كلية العلوم

القسم : **علم الحياة**

السنة : **الثانية**

المادة : علم البيئة الحيوانية

المحاضرة: العاشرة /نظري/د.فيينا

{{ مكتبة A to Z }}

Facebook Group : مكتبة A to Z

2026

يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر (What's app-Telegram) على الرقم 0931497960

جامعة طرطوس

كلية العلوم

قسم علم الحياة

المحاضرة النظرية العاشرة لمقرر

أساسيات علم البيئة الحيوانية

الدكتورة

فينا مصطفى حمود

لطلاب السنة الثانية

2026-2025

تلوث التربة

تلوُّث التربة أو التلوُّث الأرضيّ: هو التغيُّر العامّ في الخصائص الطبيعيّة (الفيزيائيّة، أو الكيميائيّة، أو البيولوجيّة) للتربة، ويحدث هذا التغيُّر؛ بسبب إضافة موادّ أو مُركَّبات غريبة إلى مُكوِّنات التربة الأصليّة، واختلاط المُلوِّثات بهذه المُكوِّنات، ويؤدِّي ذلك إلى فَقد التربة لخصوبتها، والتأثير في تثبيت عنصر النيتروجين اللازم لنُموّ النباتات، كما تتسبَّب في قَتْل البكتيريا التي تُساهم في تحلُّل الموادّ العضويّة، وبالتالي التقليل من خصوبة التربة، وقدرتها على الإنتاج، وتُعَدّ ظاهرة تلوُّث التربة من أكبر المشاكل البيئيّة التي تُواجه العالَم؛ حيث تؤدِّي هذه الظاهرة إلى إلحاق الضَّرر بالكائنات الحيّة، والنباتات، والأنشطة البَشَريّة المُختلِفة.

أسباب تلوُّث التربة: في بعض الأحيان تُؤدِّي بعض الأنشطة البَشَريّة، والظواهر الطبيعيّة إلى حدوث تلوُّث للتربة، وتغيير في مُكوِّناتها الأساسيّة، ونذكر فيما يأتي أهمّ الأسباب التي تؤدّي إلى ذلك:

-**المُلوِّثات الكيميائيّة:** يلجأ المزارعون في كثير من الأحيان إلى إضافة الأسمدة الزراعيّة، والمُخصِّبات الكيماويّة، والمُبيدات الحشريّة إلى المحاصيل الزراعيّة، وقد يُؤدِّي الاستخدام الخاطئ لهذه المُبيدات، مع عدم مراعاة شروط الحماية، إلى حدوث ضَرَر للتربة؛ حيث تُساهِم هذه الموادّ في قَتْل البكتيريا اللازمة لخصوبة التربة، ممّا يُفقِد التربة خصوبتها وقدرتها في مساعدة النباتات على النموّ.

-**النفايات الصلبة والفضلات المنزليّة:** في العديد من الدُّول تلجأ الجهات المُختَصّة إلى التخلُّص من النفايات والقمامة المنزليّة، من خلال دَفْنها في التربة، بعض هذه النفايات لا يتحلّل بيولوجيّاً بسهولة في التربة، كما أنّ بعضها سامّ وضارّ، ويُؤدِّي ذلك إلى تَلَف التربة الزراعيّة، وتغيير كبير في تركيبها العُضويّ، فَضْلاً عن تسرُّب السوائل السامّة التي تحتويها النفايات إلى طبقات الأرض، وصولاً إلى خزّانات المياه الجوفيّة؛ ممّا يؤدِّي إلى تلوُّثها، وتساهم النفايات الصلبة، والمعادن الثقيلة السامّة، مثل: الرصاص، والكادميوم، والألومنيوم، في تلوُّث التربة، وذلك من خلال طَمْرها، أو انتشارها في الهواء؛ بسبب عوادم المَركبات، وآلات المصانع، ثمّ وُقوعِها على

التربة، ويُؤثِّر ذلك في أنسجة النباتات، وجذورها؛ ممّا يُلحِق الضَّرَر بالإنسان، والكائنات الحيّة التي تتغذّى عليها.

-**الأمطار الحمضيّة والموادّ المُشِعّة:** يُؤدِّي كلٌّ من الانفجارات النوويّة، وإنتاج الطاقة إلى تكوُّن الأمطار الحمضيّة، والموادّ المشِعّة، والذرّيّة، التي تتسرّب إلى التربة وتُؤدِّي إلى تلوُّثها، كما أنّه من الصعب السيطرة على هذه الانبعاثات الإشعاعيّة، والتحكُّم في تأثيرها.

-**الريّ بالمياه المالحة:** يُؤدِّي استخدام المياه المُلوَّثة، والتي تحتوي على نسبة عالية من الأملاح في ريّ الأراضي الزراعيّة إلى إلحاق ضَرَر بالتربة؛ فقد يُؤدِّي عدم التوافُق في نسبة الأملاح المُحدَّدة والموجودة في مياه الريّ، مع مجموعة المعادن الموجودة في التربة، إلى زيادة تركيز الأملاح في التربة؛ ونتيجة لذلك تُصبِح التربة المرويّة مالحة أو سامّة، وقد تُؤدِّي إلى تلوُّث المياه الجوفيّة؛ بسبب الترشيح الزائد للأسمدة النيتروجينيّة من خلال التربة الزراعيّة.

استخراج المعادن والوَقود الأحفوريّ: لقد ساهمت عمليّات استخراج المعادن، والوَقود الأحفوريّ، والعمليّات الصناعية التكنولوجيّة المُستمِرّة في تعرُّض التربة والمحيط الحيويّ إلى خَطَر زعزعة الاستقرار، كما أدّت إلى تلوُّث مياه الريّ، وزيادة نسبة المعادن فيها.

إزالة الغابات: إن قطع الأشجار يترك التربة عرضة للعناصر الملوثة بحيث يسهل حملها عن طريق تآكل التربة. وهذا يترك الأرض قاحلة وغير قادرة على دعم الغطاء النباتي.

- **التلوث بالمبيدات:**

المبيدات عبارة عن مركبات كيميائية متفاوتة السمية تحقن في المحيط الحيوي لعلاج حالات عدم التوازن التي حلت به، وتحظى التربة دون غيرها من الأوساط البيئية بالجزء الأكبر من هذه المواد السامة، حيث تستخدم تلك المواد في مقاومة الآفات الزراعية التي من أهمها الحشرات والحشائش والفطريات وبعض الأحياء الأخرى التي تقطن التربة. والمبيد المثالي هو ذلك المبيد الانتقائي الذي يؤثر فقط على الآفة التي يستعمل من أجل مكافحتها دون أن يؤثر على أعدائها من الحشرات النافعة والذي يتحلل بسهولة وفي زمن قصير نسبي إلى مواد غير سامة والذي لا يتركز في السلسلة الغذائية، أما عكس ذلك فهو يعد ملوثاً خطراً على البيئة وهي كثيرة ، وفي الواقع فإن معظم المبيدات لا تكون انتقائية في عملها، وتكمن خطورة المبيدات الكيميائية في

بقائها بالتربة لعدة سنوات وأثرها التراكمي أو ما يسمى التراكم الحيوي (Bioaccumulation) : أي انتقال العناصر السامة وتراكمها بواسطة السلسلة الغذائية. إن الاستعمال المستمر للمبيدات يؤدي إلى زيادة في تركيز العناصر السامة في نسج النباتات والمحاصيل الزراعية التي تنتقل بدورها إلى الحيوانات (أبقار وأغنام) التي تتغذى على هذه المحاصيل، ثم تنتقل للإنسان عن طريق تناوله للخضار والفواكه واللحوم والأسماك كل ذلك يؤدي إلى أضرار فيزيولوجية في العضوية وقد تحمل الأمطار هذه المبيدات من التربة إلى المجاري المائية؛ فتسبب كثيراً من الأضرار على الكائنات الحية الموجودة في هذه الأوساط. وفي بعض الحالات ترش هذه المبيدات في الحقول بواسطة الطائرات من الجو، ولا تؤدي هذه الطريقة إلى تلوث التربة فقط بل تؤدي أيضاً إلى تلوث الهواء بقدر كبير قد يصل أحياناً إلى 50% من المبيد المستعمل. ويؤدي الإسراف في استخدام المبيدات إلى فقدان التوازن الطبيعي القائم بين الآفات وأعدائها الطبيعيين. ويتأثر الإنسان كذلك بهذه المبيدات، فالعمال الذين يعملون في مصانع هذه المبيدات يتأثرون بها بطريقة مباشرة إما عن طريق الملامسة، وإما عن طريق استنشاق أبخرتها، كما يتعرض لهذا الخطر العمال الذين يقومون برش هذه المبيدات في الحقول. والأمثلة على ذلك كثيرة: ففي الهند بلغت حالات التسمم بالمبيدات نحو 100 حالة عام 1958، وفي سوريا بلغت هذه الحالات نحو 1500 حالة أوائل الستينيات، كما تسمم أيضاً نحو 336 فرداً في اليابان منذ عدة سنوات ومما يزيد من مشكلة استخدام المبيدات أن مقاومة الآفات للمبيدات قد زادت إلى درجة أن الآفات قد اكتسبت مناعة ضد هذه الأنواع من المبيدات وبالتالي فهي لم تعد تموت بجرعات كانت قاتلة لها من قبل.

ومن المبيدات الحشرية نذكر منها :مركبD.D.T وهو أكثر المبيدات شهرة وأكثرها انتشاراً حتى الآن. ويعرف الـ D.D.T كيميائياً باسم ثنائي كلورو ثنائي فينيل ثلاثي كلورو الإيثان ، وبدأ استعماله في الحرب العالمية الثانية كمبيد حشري، وقد مُنع استخدامه أو حدّد في العديد من الدول كأمريكا وكندا والسويد نظراً لاحتوائه على مركبات كلورية سامة، ومن خواص هذا المبيد أنه شديد الثبات يبقى دون أن ينحل زمناً طويلاً

التلوث بالأسمدة الكيميائية:

لقد كان الإنسان قديماً يستخدم الأسمدة في الزراعة لما لها من تأثير جيد على خصوبة التربة وبالتالي زيادة في المحصول، وكانت الأسمدة قديماً من النوع العضوي (أي من مخلفات الحيوان وبقايا النبات) حيث تتحلل في التربة ببطء بفعل الأحياء الدقيقة وينتج عن ذلك مواد ذائبة سهلة الامتصاص، وبكميات تفي باحتياجات النبات، وبزيادة عدد السكان وتوسع الرقعة الزراعية اتجه المزارعون إلى استخدام الأسمدة الكيميائية التي تحوي على مركبات الفوسفات والنترات لزيادة خصوبة التربة وزيادة إنتاجها من المحاصيل الزراعية. وإن الاستخدام المفرط لهذه الأسمدة بكميات تزيد عن حاجة النبات الفعلية (وخاصة زيادة الأسمدة النيتروجينية) فإن جزءاً كبيراً من هذه الأسمدة يبقى في التربة وهو الجزء الذي يزيد عن حاجة النبات. ويمثل هذا الجزء المتبقي إسرافاً من الناحية الاقتصادية، وهو أحد عوامل تلوث التربة، وعند ري هذه التربة فإن جزء من هذه الأسمدة النيتروجينية يذوب في مياه الري حتى تصل في نهاية الأمر إلى المياه الجوفية في باطن الأرض، الأمر الذي يؤدي إلى أضرار عديدة منها:

1- تؤدي إلى تسمم الحيوانات التي تتغذى على النباتات الحاوية على كمية زائدة من النتروجين.

2-زيادة النتروجين تؤدي إلى تزايد أعداد البكتريا الضارة في التربة ، التي تعمل على تحويل المواد النتروجينية الموجودة في الأسمدة إلى نترات و بالتالي تزايد التلوث بالنترات.

3 -يعد الماء الذي يزيد محتواه من النترات عن 10 ppm غير صالح للشرب ، وفي حال تناول الإنسان لهذه المياه فإن البكتريا الموجودة في الجهاز الهضمي تقوم باختزال النترات إلى نتريت والذي بدوره ينتقل إلى الدم و يتحد مع الهيموغلوبين ، فيفقد الهيموغلوبين قدرته الطبيعية على امتصاص غاز الأكسجين ونقله إلى الخلايا وهذه الحالة يطلق عليها اسم حالة تسمم الدم ، وهي حالة خطيرة تمنع وصول غاز الأكسجين إلى الخلايا ، فتموت هذه الخلايا ، مما يؤدي إلى وفاة الكائن الحي.

5-وقد لوحظ أن تركيز النترات في المجاري المائية يزداد يوماً بعد يوم ، وأوشك أن يصل في تركيزه في بعض البحيرات إلى مستويات تنذر بالخطر ، وقد فقدت عدد من البحيرات صلاحيتها

لأخذ مياه الشرب منها ، كما أصبحت معرضة لظاهرة التشبع الغذائي ، فمركبات النترات تشترك مع مركبات الفوسفات في تحويل مثل هذه البحيرات إلى مستنقعات تنعدم فيها الحياة.

6- وقد تصل النترات إلى الإنسان عن طريق الأطعمة المعلبة ، حيث يستخدم قليل من مركبات النترات والنتريت بهدف حفظها من الفساد والتلف ، باعتبار أن لهذه المركبات خواص مضادة للجراثيم.

ولزيادة مركبات الفوسفات (أو مركبات الفوسفور) في المياه الجوفية في باطن الأرض تأثيراً على المجاري المائية ، وتؤدي زيادة نسبتها في هذه المجاري إلى الإضرار بحياة كثير من الكائنات الحية ، التي تعيش في مختلف المجاري المائية.

ومركبات الفوسفات مركبات ثابتة من الناحية الكيميائية ، ولذلك فإن آثارها تبقى في التربة زمناً طويلاً ، ولا يمكن التخلص منها بسهولة . كذلك فإن هذه المركبات تتصف بأثرها السام على كل من الحيوان والإنسان وبالتالي فإن زيادتها في المجاري المائية أو في المياه الجوفية التي تؤخذ منها مياه الشرب يعتبر أمراً غير صحي . وكذلك تتسبب زيادة نسبة مركبات الفوسفات في مياه البحيرات إلى حدوث نمو زائد للطحالب وبعض النباتات المائية الأخرى ، الأمر الذي يؤدي إلى وصول هذه البحيرات إلى حالة التشبع الغذائي وهي ظاهرة تحدث لكثير من البحيرات التي تلقى فيها مياه الصرف الصحي ، فتتحول هذه البحيرات مع مرور الزمن إلى مستنقعات خالية من الأكسجين ، وكذلك تخلو تماماً من الأسماك وغيرها من الكائنات الحية.

ويتضح مما سبق أنه يجب أن يكون هناك توازن بين ما تحتاجه النباتات من هذه المخصبات ، وما يضاف منها إلى التربة الزراعية ، حتى لا تتسبب الكميات الزائدة من هذه المخصبات في الإضرار بعناصر البيئة المحيطة بهذه التربة ، أو استعمال مواد أخرى أقل ضرراً بصحة الإنسان وباقي الكائنات.

- **المعادن الثقيلة: Heavy Metals**

يقصد بالمعادن الثقيلة كافة المعادن التي تزيد كثافتها عن 5 غم/سم3 ، تؤدي بعض هذه المعادن دوراً مهماً في حياة الأحياء وفعاليتها البيولوجية المختلفة ، فالحديد له أهمية معروفة في تركيب الدم والأنزيمات ، وتعد كل من عناصر المنغنيز والزنك والنحاس محفزات أنزيمية ، ولكن

تكون هذه المعادن سامة وخطرة في تراكيز معينة . ومما يزيد من خطورة هذه المعادن في البيئة هو عدم إمكانية تحليلها بواسطة البكتريا والعمليات الطبيعية الأخرى فضلاً عن ثبوتيتها والتي تمكنها من الانتشار لمسافات بعيدة عن مواقع نشوئها أو مصادرها، ولعل أخطر ما فيها يعود إلى قابلية بعضها إلى التراكم الحيوي في أنسجة وأعضاء الكائنات الحية في البيئة المائية أو اليابسة. ولبعض المعادن الثقيلة خواص إشعاعية ، أي أنها تكون بمثابة نظائر مشعة Radioactive Isotopes ، لذا فإن هذه المعادن ستحمل مخاطر مزدوجة على البيئة من حيث كونها سامة ومشعة في نفس الوقت ، كما هو الحال في الزنك 65 المشع ، واليورانيوم 235.

تصاب التربة بتلوث المعادن الثقيلة كالرصاص والزئبق والكادميوم، التي تصل إلى التربة مع النفايات التي يتم دفنها في التربة، أو مع مياه الري الملوثة، أو نتيجة لتساقط المركبات العالقة في الهواء لهذه المعادن ، وهي معادن شديدة السمية ، وتتركز بصورة كبيرة في أنسجة النباتات والثمار ، حيث تنتقل بدورها عبر السلسلة الغذائية للإنسان.

- **الأمطار الحمضية:**

تعد غازات أكاسيد النتروجين وأكاسيد الكبريت المتصاعدة المكون الرئيسي للأمطار الحمضية وذلك عند تفاعلها مع جزيئات بخار الماء Water Vapor وبالتالي تتكون هذه الأمطار وتتساقط على شكل حمض االآزوت وحمض الكبريت ، وتعد الأمطار حمضية إذا انخفض رقمها الهيدروجيني إلى 5 فما دون ، كما أن هناك ما يعرف بالأمطار القاعدية التي يصل رقمها الهيدروجيني إلى 8 فما فوق وعادة ما تكون غنية بالكالسيت وغيرها من المواد كالكربونات المذابة وينحصر سقوطها في المناطق الجافة وشبه الجافة ولا تشكل أخطاراً مقارنة بالأمطار الحمضية .

وتؤدي الأمطار الحمضية إلى إحداث تغير في طبقة التربة الزراعية وتذيب عدداً من العناصر والمركبات التي تسري إلى جوف التربة ومن ثم إلى المياه الجوفية التي قد تستخدم في الشرب أو ري المزروعات . كما تعمل الأمطار الحمضية على زيادة حموضة التربة مما يؤثر على أحياء التربة ويلحق الضرر في خصوبتها وتؤدي إلى موت النباتات ، كما يمكن أن تحتوي هذه

الأمطار عند تسربها في جوف التربة على عناصر ذائبة خطرة وسامة مثل المعادن الثقيلة كالرصاص والزئبق.

- **التلوث الإشعاعي**: بدأت مشكلة التلوث بالمواد المشعة تبرز بعد اكتشاف النشاط الإشعاعي في بداية القرن ولم تظهر المشكلة إلا بعد 1945 حينما تمكن الإنسان من تفجير القنابل النووية والقنابل الهيدرجينية ، وتقدر العناصر المتكونة من تفجير قنبلة نووية واحدة بحوالي 200 عنصر مشع ، حيث يتصاعد الغبار الذري الناتج عن الانفجار في العادة إلى عدة كيلومترات ثم يتساقط على الأرض أو ينتشر في الهواء ولا يلبث أن يتسرب الغبار الذري بطريقة ما إلى المياه الجوفية والأنهار والبحار . وتأتي خطورة العناصر المشعة من كونها ذات صفة تراكمية أي أنها تنتقل من الوسط إلى الكائنات النباتية والحيوانية مع زيادة في التركيز في كل مرحلة من مراحل انتقالها عبر السلسلة الغذائية ، وإذا تلقى الجسم أو أي عضو من أعضائه دفعات متقطعة حصلت فيه أضرار مختلفة ، وحتى الجرعات القليلة جداً من الإشعاعات يمكن أن تؤثر على خلية واحدة ، وإن كانت الخلايا المتضررة هي الخلايا الجنسية ، فيمكن أن يحدث خلل وراثي Genetic injury والذي من الممكن أن ينتقل إلى الأجيال القادمة ، أو ظهور تشوهات عند الأطفال الذين يولدون في مناطق تعرضت إلى مصدر إشعاعات كما هي الحال عند الأطفال اليابانيين الذين ولدوا بعد إلقاء القنابل الذرية على هيروشيما وناغازاكي سنة 1945 .

الآثار المترتبة على تلوث التربة

تغير المناخ

تؤدي إزالة الغابات إلى حدوث تغير في دورة الأمطار، وهذا عامل يسهم في تفاقم الاحتباس الحراري وفقدان النظم الإيكولوجية.

فقدان خصوبة التربة

بسبب النمو السريع للكثافة السكانية، يزداد الطلب على المواد الغذائية يوماً بعد يوم، مما يؤدي الى زيادة استخدام المخصبات والأسمدة مما ينعكس سلباً خصوبة التربة بحيث ينخفض إنتاج الأغذية.

التأثير على صحة الإنسان

يسبب تلوث التربة حالات وفاة لا حصر لها وذلك بسبب تناول البشر للأغذية التي تزرع في تربة سامة.

كيف نقلل من تلوث التربة؟

أ-إعادة التشجير

معظم البلدان تضع سياسات تتطلب من مواطنيها زراعة المزيد من الأشجار في الأماكن التي يتم فيها قطع الأشجار. وهذا تدبير فعال للحد من تآكل التربة. وينبغي للحكومات أيضا أن تتخذ إجراءات عقابية ضد أولئك الذين يقطعون الأشجار دون رعاية وعدم مبالاة.

ب-الممارسات الزراعية الخاضعة للرقابة

الإكثار من الشيء يصبح أمراً خطيراً الأمر نفسه ينطبق على الممارسات الزراعية في أنه ينبغي تنفيذها بالاعتدال، وينبغي تجنب بعض الممارسات مثل الإفراط في الزراعة والرعي الجائر لأنها تزيد من تآكل التربة.

ج- المعالجة البيولوجية

هذا هو إدخال الكائنات الحية الدقيقة في التربة التي تكسر الملوثات. هذا هو نهج صديقة للبيئة تماما لأنه يسمح للطبيعة أن تأخذ مسارها وبالتالي استعادة التوازن.

د--إعادة التدوير (الاستخدام):

ولا ينبغي التخلص من الأصناف التي يمكن استخدامها مرة أخرى؛ فالأشياء المصنوعة من الورق والزجاج والألومنيوم وما شابه ذلك ينبغي إعادة تدويرها.

هـ– استخدام المنتجات القابلة للتحلل:

يمكنك اختيار استخدام المنتجات القابلة للتحلل الحيوي مثل كرتون التغليف، إذا تم التخلص منها، فسوف يتم تقسيمها بسهولة لتصبح جزءا من التربة.

و– الحد من استخدام المبيدات والأسمدة:

تعد المبيدات والأسمدة من المساهمين الرئيسيين في تلوث التربة، وبالتالي فإن خفض استهلاكها يمكن أن يؤدي إلى توفير تربة جيدة.

مكتبة A to Z